LANE MEDICAL LIBRARY
STANFORD UNIVERSITY
300 PASTEUR DRIVE
PALO ALTO, CALIF.

Kern und Protoplasma.

Akademische Habilitationsschrift

zur

Erlangung der Venia docendi in Anatomia

einer

hohen medizinischen Fakultät

der

Universität Breslau

vorgelegt

und

Donnerstag, den 22. Dezember 1887, Vormittags 12 Uhr

öffentlich vertheidigt

von

Dr. med. Gustav Platner,
Assistent am Königl. anatomischen Institut zu Breslau.

Breslau.
Druck von Grass, Barth und Comp. (W. Friedrich.)

Wenn man die Errungenschaften der neueren Zeit auf dem Gebiete der Zellforschung theoretisch in brauchbarer Weise verwerthen will, wenn man vor Allem die Vorgänge der embryonalen Entwickelung auf mechanische Principien zurückführen will, was doch das Endziel unseres Strebens sein muss, so ist es nöthig, da man doch mit dem Einfachsten, nämlich der Bewegung der Atome, nicht anfangen kann, die Basis, auf der ein derartiges Unternehmen mit Erfolg begonnen werden kann, nach allen Richtungen hin möglichst sicher zu stellen. Eine Untersuchung auf das Ungewisse hinaus kann wohl recht gute Resultate ergeben, einen wirklichen Werth gewinnen unsere Untersuchungen aber erst dann, wenn ihre Methode zu einer durchdachten, zielbewussten wird. Dieser Gesichtspunkt war für mich der Grund, mich mit einer der wichtigsten Fragen, nämlich der Stellung des Kerns zum Protoplasma eingehender zu beschäftigen, sie unter möglichst objectiver Berücksichtigung des vorliegenden Materials von Thatsachen zu durchdenken und schliesslich die den Beobachtungen am besten entsprechende Auffassung derselben zur Richtschnur für weitere Untersuchungen und Erörterungen zu nehmen. Ich habe mich hierbei von dem Grundsatz leiten lassen, dasjenige, was die Beobachtung direct zeigt, auch als wirklich vorhanden anzunehmen und mich daran zu halten, ohne durch hypothetische Erwägungen mich bewegen zu lassen, etwas darin zu suchen, wofür zunächst gar nichts spricht.

Wenn infolge dessen die Kritik einiger neueren Theorien etwas scharf ausfiel, so muss ich das persönlich sehr bedauern, konnte aber im Interesse der Sache nicht anders handeln.

Die Resultate der neuern Zellforschung weisen mit grosser Bestimmtheit darauf, dass der Kern der wichtigste dominirende Bestandtheil der Zelle ist. Diese Annahme ist durch Hertwig, Kölliker und Strasburger eingehender begründet, und findet besonders noch in den Beobachtungen Nussbaum's und Gruber's über die künstliche Theilung der Infusorien eine wesentliche Stütze. Ich stelle sie daher als erstes Hauptgesetz an die Spitze meiner Erörterung:

I. Der Kern ist der dominirende Bestandtheil der Zelle, d. h. er beherrscht das Wachsthum, giebt den Anstoss zur Theilung und beeinflusst innerhalb der physiologischen Breite die histologische Differenzirung.

Die genauere Präcisirung des Gesetzes ist unbedingt nothwendig, wenn es brauchbar sein soll. Ich glaube dabei das höchste zulässige Maass für die Feststellung der Bedeutung des Kerns verwendet zu haben, wie ich später im Einzelnen zeigen werde. Geht man darüber hinaus, so verlässt man den Boden der Thatsachen und begiebt sich in das Reich der Hypothese.

Ferner lehrt eine unbefangene Betrachtung und Würdigung der karyokinetischen Erscheinungen, dass durch ihren komplizirten Mechanismus der Kern in zwei nicht nur quantitativ, sondern auch qualitativ gleiche Hälften getheilt wird. Selbst wenn man jeder Schleife oder gar jedem Mikrosoma eine andere Qualität zuschreiben wollte, würde dies noch der Fall sein. Der Augenschein spricht dafür und der Mechanismus wird als Hülfsmittel dazu verständlich, wie Roux ausführlicher auseinandergesetzt hat, und es lässt sich endlich beweisen, dass damit die einzig richtige Auffassung der Kerntheilungsfiguren wiedergegeben ist, so dass sich diese Thatsache zu einem dem ersten völlig gleichwerthigen Gesetz erhebt, als welches ich sie hier folgen lasse.

II. Die aus der mitotischen Theilung des Kerns hervorgehenden Tochterkerne sind quantitativ und qualitativ völlig gleich, d. h. die Theilung ist eine absolute.

Es ist besonders das Verdienst Strassburgers, die Wichtigkeit dieses Gesetzes erkannt und in gebührender Weise hervorgehoben zu haben. Ich habe zunächst die Richtigkeit der beiden aufgestellten Gesetze zu beweisen und sodann die weitern Consequenzen daraus zu ziehen.

Wie kommt überhaupt im werdenden Organismus eine Differenzirung zu Stande? Um diese Frage zu lösen, ist es nöthig, die bei den ersten Zelltheilungen stattfindenden Vorgänge einer genauern Betrachtung zu unterziehen. Zunächst hat sich gezeigt, dass in allen überhaupt genauer hierauf untersuchten Fällen schon bei den ersten Furchungen eine Bestimmung über die Hauptdimensionen des Embryo getroffen wird, das heisst über rechts und links, vorn und hinten, oben und unten entschieden wird. Stellt man die Resultate der verschiedenen Forscher zusammen, so ergiebt sich der fundamental wichtige Satz: Die Hauptrichtungen des werdenden Embryo stehen in unveränderlicher Beziehung zur Anordnung des Dotters, aber in durchaus wechselnder zur Richtung der ersten Kerntheilungen. Diese Thatsache ist festgestellt, durch Untersuchungen an einer grossen Reihe der verschiedensten Thiere. Wenn die zur Zeit vorliegenden Angaben überhaupt noch beschränkt sind, so beruht dies einmal darauf, dass zur Feststellung der Thatsachen eine kontinuirliche Verfolgung der Entwickelung von den ersten Furchungen an bis zu dem Stadium, wo eine sichere Entscheidung über rechts und links, vorn und hinten des Embryo getroffen werden kann, nöthig ist, sodann scheinen mir aber auch eine Anzahl von Forschern der Verfolgung dieses Verhaltens keine grosse Aufmerksamkeit gewidmet zu haben, wozu wohl die durch Haeckel'sche Theorien beeinflusste Vorstellung, dass in den ersten Entwickelungsstadien noch keine drei Achsen vorhanden seien, mit beigetragen haben mag. Ich werde jetzt die bei den einzelnen Thieren festgestellten Thatsachen anführen und beginne mit den beim Frosch gemachten Erfahrungen.

Das Froschei besteht aus einer dunklen pigmentirten sog. animalen Hälfte und einer weissen sog. vegetativen, welcher das Pigment mangelt. Eine gerade Linie, welche die Mittelpunkte beider Hälften verbindet, stellt die Achse dar. Das Froschei ist also ein monaxiales Gebilde. Dasselbe stellt sich schon im unbefruchteten Zustande dann freilich nur sehr langsam, rasch aber nach der Befruchtung mit seiner Asche annähernd senkrecht ein. Es geschieht dies dadurch, dass das Vorhandensein von liquor perivitellinus eine Drehung innerhalb der gequollenen Gallert-

hülle gestattet, worauf dann die ungleiche Vertheilung der schweren und leichten Substanzen die erwähnte Einstellung bewirkt. Es befinden sich nämlich an dem vegetativen untern durch weisse Färbung gekennzeichneten Pol die schweren grossen Lecithkörner, während das spezifische Gewicht in den darüber liegenden Schichten nach oben allmählich abnimmt, so dass es an dem obern dunkel pigmentirten animalen Pol sein Minimum erreicht.

Die Abweichung der Achse des frei beweglichen Eies von der Senkrechten ist nun in der Regel keine grosse. Besieht man daher ein Ei von oben, so wird man ausser dem grössten Theil der dunklen Hälfte meist nur auf der einen Seite einen schmalen halbmondförmigen hellen Saum von der untern weissen Hemisphäre herrührend, gewahren. Verhindert man aber das Aufquellen der Gallerthülle und damit die Drehung des Eies innerhalb derselben dadurch, dass man das Ei nur mässig befeuchtet auf eine Glasplatte aufsetzt, so kann man der Achse eine stärkere Neigung künstlich geben, ja sie selbst in das Niveau der Horizontalebene oder darunter bringen. Ein solches Ei befindet sich dann in „Zwangslage"; es sieht ein grösserer Theil der weissen Hälfte nach oben.

Legt man durch das normal eingestellte Ei eine senkrechte Ebene, in welche zugleich die mehr oder weniger geneigte Eiachse fällt, so theilt diese „Symmetrieebene" das Ei in zwei völlig gleiche symmetrische Hälften. Mit dieser Ebene fällt die erste Furchungsebene in der Regel zusammen und wird durch die letztere dann stets auch die Medianebene des künftigen Embryo bestimmt, also rechts und links geschieden (Newport, Pflüger, Roux). Die zweite Furche steht gleichfalls lothrecht und rechtwinklig zur ersten. Sie geht wegen der geringen Neigung der Eiachse nicht durch den animalen Pol selbst, sondern erscheint etwas von diesem entfernt zwischen ihm und dem nach oben gekehrten Saum der weissen Hemisphäre. Das Ei wird durch sie in zwei ungleiche Hälften getheilt, indem diejenige, welche den animalen dunkeln Pol enthält, etwas grösser ist. Diese entspricht der vordern Hälfte des spätern Embryo.

Hingegen ist die andere, zum grössten Theil die Substanz der weissen Hemisphäre enthaltende Hälfte kleiner

und entspricht dem hintern Theil des spätern Embryo (Roux). Oft geschieht es nun besonders bei Eiern, die in Zwangslage sich befinden, dass die zweite auf die Symmetrieebene des Eies rechtwinklig orientirte Furche zuerst auftritt, d. h. zuerst vorn und hinten des Embryo geschieden werden, während die ihrer Funktion nach erste Furche dann an zweite Stelle erscheint und rechts und links das Embryo bestimmt (Roux). Nach Ranber ist dieses sogar beim Frosch und Axolotl die Regel. Da nun die Furchung nur im Anschluss an die im Innern des Eies statttfindende Theilung des ersten Furchungskerns erfolgt, so müsste, wenn diese letztere für die Bestimmung der genannten Regionen des Embryo maassgebend wäre, in den regulären Fällen qualitativ ganz anderes Material durch die Kerntheilung den Tochterkernen zugebracht werden, als bei den häufigen Ausnahmen, nämlich im ersteren Falle qualitativ ganz gleiches für die beiden Körperhälften, im zweiten Falle qualitativ ganz verschiedenes für das Vordertheil und Hintertheil. Dieses eigenthümliche Verhältniss, nämlich dass die erste Kerntheilung in einem so inkonstanten Zusammenhang mit der Bildung des spätern Embryo steht, während dieser in unveränderlicher Beziehung zur Anordnung der Dotterbestandtheile und des Protoplasmas orientirt ist; haben nun Roux und Born so zu erklären versucht, dass sie annehmen, die Dotterbestandtheile wirkten bestimmend auf die Kerntheile während der Theilung in der Art, dass wenn die Kernspindel symmetrisch zu den Dottermassen orientirt ist, qualitativ gleiches Material den Tochterkernen zugeführt werde, wenn diese aber mit ihren Polen in asymmetrische Theile des Eikörpers fiele, auch qualitativ verschiedenes Material in die Tochterkerne überginge. In welchem Stadium müsste nun dieser Einfluss sich geltend machen? Doch nur in dem Moment, wo die Längsspaltung der Schleifen eintritt. Bedenkt man aber, dass zu dieser Zeit dieselben und also auch die Tochterschleifen noch gar nicht nach einer bestimmten Seite des Zellkörpers — in diesem Falle des Eies — gerichtet sind, sondern noch von den beiden in Frage kommenden Hemisphären gleich weit entfernt, so muss eine solche Einwirkung doch recht unwahrscheinlich erscheinen. Sodann führt diese Argumentation aber noch

zu einem Widerspruch in sich. Um nämlich mit dem als selbstverständlich vorausgesetzten Axiom, dass der Kern allein die Differenzirung bewirkt, nicht in Conflict zu kommen suchen die beiden Autoren die Thatsachen so zu erklären, dass sie wenigstens während der Theilung das Gegentheil gelten lassen und den Kern vom Protoplasma abhängig machen. Als wenn sich das so nach Willkür bestimmen liesse! Für mich lassen die Thatsachen hier nur eine Auslegung zu: Das Protoplasma bestimmt unter Gültigkeit des zweiten Grundgesetzes die Differenzirung.

Ich gehe jetzt zu einem andern Punkt über. Wenn das Protoplasma das bestimmende Moment für die Hauptrichtungen des Embryo ist, wie verhält es sich dann mit der von Pflüger entdeckten Isotropie des Eies? Pflüger fand bekanntlich, dass bei Eiern in Zwangslage mit nach Belieben geneigter Achse, doch die beiden ersten Furchen lothrecht standen und sich im höchsten Punkt des Eies rechtwinklig schnitten, also zur Achse und der Anordnung der pigmentirten und weissen Hemisphäre des Eies in keiner Beziehung standen. Er folgerte daraus einen eigenthümlichen richtenden Einfluss der Schwere auf die ersten Theilungen des Eies. Er sagt: „Ich würde mir also vorstellen, dass das befruchtete Ei gar keine wesentliche Beziehung zu der spätern Organisation des Thieres besitzt, so wenig als die Schneeflocke in einer wesentlichen Beziehung zur Grösse und Gestalt der Lawine steht, die unter Umständen aus ihr sich entwickelt. Dass aus dem Keim immer dasselbe entsteht, kommt daher, dass er immer unter dieselben äussern Bedingungen gebracht ist.“ Wenn, wie Pflüger meinte, die Schwere das bestimmende Moment für die Entwickelung wäre, so müsste bei Eiern, die ihrem Einfluss entzogen sind, gar keine Entwickelung stattfinden. Roux wies nun nach, dass auf eine senkrecht rotirende Scheibe gesetzte Froscheier sich ganz normal entwickelten. Ebenso zeigte Ranber bei Forelleneiern, dass der Centrifugalkraft dieselbe Wirkung wie der Schwere zukomme. Endlich sah Hertwig sich Echinodermeneier in allen möglichen zur horizontalen geneigten Ebenen furchen. Waren somit die zu weit gehenden Schlussfolgerungen, zu welchen Pflüger hinsichtlich des Einflusses der Schwere auf die Ent-

wickelung der Eier gelangt war, widerlegt, so blieb noch die Isotropie zu erklären übrig. Pflüger hatte hervorgehoben, dass bei schiefer Zwangslage der Eier keine Beziehung zwischen erster Furche und Medianebene des Embryo bestehe, indem die Medianebene stets in die einzige senkrechte Ebene, die zugleich die Eiachse enthält, also in die Symmetrieebene des Eies fällt, während die gleichfalls lothrechte erste Furche jeden beliebigen Winkel mit dieser Vertikalebene bilden könnte. Born fand nun, „dass Eier in Zwangslage, die die abnorme Stellung ihres weissen Feldes gar nicht änderten, sich ohne weiteres auch gar nicht entwickelten". Entwickelten sich die in Zwangslage befindlichen Eier, so rückte auch stets das weisse Feld mehr an den Aequator oder gar über diesen hinaus auf die untere Hälfte des Eies. Bei Rana fusca konstatirte Born leicht, dass diese Verschiebung nur zum geringen Theil durch eine wirkliche Drehung des ganzen Eies innerhalb seiner Hüllen verursacht wurde, wie dies Pflüger beschrieben hatte. Es geschah vielmehr so, dass die am höchsten gelegenen Partien der weissen Substanz der Schwere folgend herabsanken, wobei an ihrer Stelle ein grauer Fleck erschien, der sich stetig ausbreitete. Durchschnitte der gehärteten Eier zeigten, dass wegen der dichtern Beschaffenheit der Eirinde das Dottermaterial hier in der äussersten dünnen Lage dem Einfluss der Schwere nicht hatte folgen können, während im Innern des Eies die Umordnung der Dotterbestandtheile ihrem spezifischen Gewicht entsprechend je nach der verflossenen Zeit mehr oder weniger erfolgt war, also die pigmentirte Substanz nach oben, die helle nach unten sich verlagert hatte. Indem nun die erstere durch die dünne weisse Rindenschicht, welche oben geblieben war, durchschimmerte, entstand der graue Fleck. Auch der Eikern fand sich an den in der Theilung geschnittenen Eiern meist unter der höchsten Stelle des Eies. Diese Umlagerung der Substanzen geschah nicht einfach so, dass die schwerern Dottertheile sich nach unten senkten, sich gleichsam absetzten und die leichtern nach oben stiegen (Pflüger), sondern die einzelnen Substanzen blieben in sich im Zusammenhang und verschoben sich in toto gegen einander (Born), indem an der einen Seite die leichtere sich nach aufwärts bewegte,

während die schwerere auf der andern Seite nach unten rückte, eine auch nur temporäre Vermischung beider war also ausgeschlossen.

Was die von Pflüger betonte Abweichung der ersten Furchen von den Hauptrichtungen des Dotters bei Eiern in Zwangslage betrifft, so zeigten Born und besonders Roux, dass in den meisten Fällen annähernd genau die erste Furche in die Symmetrieebene oder in die hierzu rechtwinklige Vertikalebene fiel. In den Fällen, wo die erste Furche zwischen diesen beiden Hauptrichtungen sich anlegte, sah Roux dann „nach Bildung der ersten und zweiten Furche eine Umarbeitung der oberflächlichen Pigmentanordnung vor sich gehen, welche das Pigment entweder um die erste Furche oder um die rechtwinklig zu ihr stehende Vertikalebene gruppirte.“ Die Symmetrieebene wurde also wieder hergestellt.

Was die Bedingungen für das Auftreten der ersten Furche selbst anlangt, so fand Roux durch willkürlich lokalisirte Befruchtung, dass dieselbe durch die Copulationsrichtung der beiden Pronuclei bestimmt wurde, nur so konnte das Kernmaterial gleichmässig halbirt werden. Wo bei schiefer Zwangslage der Eier die Samenfäden senkrecht auf die Symmetrieebene eingedrungen waren, fiel auch die erste Furche senkrecht hierauf. Die Tendenz zur Theilung des Furchungskerns in der Copulationsrichtung ist demnach so stark, dass es unter diesen Umständen leichter fällt, die ihrer Qualität nach zweite Furche zuerst anzulegen, als von dieser Tendenz zur Theilung in der Copulationsrichtung abzuweichen.

Bei schrägem Eintritt der Samenkörper zur Symmetrieebene des in schiefer Zwangslage eingestellten Eies wirkten erstlich Lageveränderungen des Eikerns, welche durch die Unordnung der Dottermassen ihrer Schwere entsprechend bedingt wurden, sodann Beeinflussung der intraovariellen Bahn des Samenfadens durch die gleichen Umstände und endlich wohl Drehung der konjugirten Kerne oder der ersten Furchungsamphiaster dahin, dass auch hier die erste Furche quer zur Symmetrieebene sich stellt und die beiden Pronuclei gleichmässig halbirt werden. Sehr lehrreich war der

Versuch, wo nach geschehener Befruchtung die Eier stark schief gestellt wurden. Hier fiel die Symmetrieebene und die erste Furche stets zusammen.

Fasst man die Resultate dieser ausgedehnten und mühsamen Versuche zusammen, so ergiebt sich Folgendes: Die Medianebene des Embryo fällt unter allen Umständen mit der Symmetrieebene des Eies zusammen (Newport, Pflüger, Roux, Born). Wird eine gewaltsame Aenderung in der Anordnung der Dottermassen durch schiefe Zwangslage der Eier herbeigeführt, so wird diese durch Verschiebung der verschiedenen Gibestandtheile in toto gegen einander meist entweder schon vor dem Auftreten der ersten Furchen oder noch während oder nach demselben möglichst wieder ausgeglichen. Geschieht letzteres nicht in hinreichendem Maasse, so erfolgt keine Entwickelung.

Die erste auftretende Furche steht vertikal und fällt entweder in die Symmetrieebene des Eies oder steht rechtwinklig hierzu aber gleichfalls senkrecht. Im ersteren Falle scheidet sie das Material für rechts und links, im zweiten das für vorn und hinten des künftigen Thieres. Die Tochterkerne des ersten Furchungskerns betheiligen sich demnach an der Bildung der beiden seitlichen Hälften des Embryo oder an der der vordern und hintern Antimeren. Stets steht aber der Embryo und seine Regionen in unveränderlicher Beziehung zur Dottersubstanz.

Es fragt sich nun, wie weit sich diese Abhängigkeit erstreckt. Hier haben wieder die Experimente von Roux begonnen Klarheit zu schaffen. Lokalisirte Verletzungen des Froscheies, wonach eine grössere oder geringere Menge der Dottersubstanz austrat, hatten im Verlauf der weiteren Entwickelung grössere oder geringere Defekte und Missbildungen des Embryo zur Folge. Roux erhielt als allgemeinstes Resultat, dass nicht alles Keimmaterial unerlässlich nöthig für die Entwicklung ist. Sodann ergab sich, dass die cirkumscripten Defekte der Eisubstanz auch cirkumscripte Defekte oder cirkumscripte Verbildungen des sonst wohl gestalteten Embryos zur Folge hatten. Weiter zeigte sich höchst auffallender Weise, dass wesentlich derselbe Effekt auftrat, einerlei in welchem Stadium der Furchung die Verletzung vorgenommen. Die durch die Unvollkommenheit der Methode

gegebenen Umstände liessen zur Zeit noch nicht durc
gehends sichere Resultate über die Lokalisation des Kei
materials im Ei gewinnen. Immerhin ergab sich als sich
„Dass nach dem Anstechen des Eies in der ersten Furchun
ebene am oberen schwarz-weissen Saum, also an der Ste
der Anlage des künftigen Urmunds der Defekt am Emb
stets dicht hinter der Mitte des primitiven Medullarro
sich fand", was mit der von Pflüger gefundenen Wanderu
des Blastoporus stimmt.

Als besonders wichtig hebe ich hieraus den Umsta
hervor, dass der Effekt nicht wesentlich durch das Stadi
der Entwickelung beeinflusst wird, dass es also gleichgü
erscheinen muss, ob das Keimmaterial mehr als Ganzes o
nach seiner Vertheilung an die einzelnen Furchungszell
verletzt wird. Ob diese „organbildenden Keimbezirke" (H
nun beim Frosche schon im Eierstocksei präexistiren,
hier schon die Medianebene des Embryo bestimmt ist, v
O. Schulze anzunehmen geneigt ist, kann für den Fros
vielleicht zugegeben werden, scheint sich aber nicht über
zu finden, wie die Vorgänge der ersten Entwickelung
den Knochenfischen zeigen, zu denen ich jetzt übergehe.

M. v. Kowalowski beschreibt hier die ersten Verän
rungen des ins Wasser gelangten Eies folgendermaasse
Nachdem sich die Eimembran vom Dotter abgehoben h
sondern sich die Bestandtheile des Eiinhaltes. Das Pro
plasma strömt von der Oberfläche in ganzer Schicht, a
dem Innern in feinen, sich allmählich verdickenden Züg
und Strängen nach einer Stelle der Peripherie, dem künftig
Keimpol, und sammelt sich hier zu einer mächtigen La
der Keimscheibe an, während die Dotterkörner zurü
bleiben. Vom hintern Pol aus stellt sich zugleich das
mehr und mehr auf, was durch die Sonderung der v
schieden lichtbrechenden Bestandtheile bewirkt wird. N
in einer mittleren Schicht, wo Dotterkörner und Protoplas
mehr gemischt bleiben, erhält sich die trübe Beschaffenhe
Diese Veränderungen sind auch von anderen Autoren sch
vielfach beschrieben worden. Eine lilaterale Symmetrie t
nun schon auf dem Stadium der Viertheilung deutlich h
vor. Ebenso ist auch ein Unterschied zwischen vorn u
hinten schon vorhanden, indem das Blastoderm gegen sein

ünftigen Hinterrand bedeutend dicker wird, während es ach vorn sich abflacht. Gleichwohl sind die Zellen des interen Randes keineswegs grösser, wie die Abbildung erennen lässt, indem ihr Längsdurchmesser bedeutend kürzer st als der der vordern Zellen.

Also auch hier ist schon mit den beiden ersten Furchen ine lilateral symmetrische Vertheilung des Materials auf die eiden Seiten, eine asymmetrische für Vordertheil und Hinterheil des künftigen Embryo gegeben.

Schon Oellacher und Klein (Forelle), Ziegler (Salm), an Beneden (bei einem Gadoid), Agassiz und Whitman Ctenolabrus etc.) haben sich, und zwar besonders letztere utoren, über das frühzeitige Auftreten der Embryonalachse usgesprochen. Ebenso macht sich nach Agassiz und Whitman, sowie nach van Beneden schon früh (auf dem Stadium on 16 Zellen) ein Unterschied zwischen vorn und hinten eltend. Ja die Zeichnungen Oellacher's lassen ziemlich eutlich eine solche Differenz schon von der ungefurchten eimscheibe an erkennen. Auf spätern Stadien haben sie uch van Bambeke bei Leuciscus rutilus, sowie Götte bei er Forelle beobachtet.

Nicht unerwähnt kann ich lassen, dass auch Kölliker chon in den frühsten Stadien der Furchung des Hühnereies ie Furchungskugeln nach ihrer Grösse so auf die Keimcheibe vertheilt beschreibt, dass auf einer Seite die grössten, uf der andern die kleinsten sich befinden. Er vermuthet, ass der schneller sich furchende Theil zum späteren hinteren heil des Blastoderms sich gestalte, in dem die ersten puren des Embryo entstehen.

Es finden sich ausserdem bei verschiedenen Autoren och einzelne Angaben hierüber, die aber, mehr oder weniger nbestimmt gehalten, hier nicht direkt verwerthbar sind und aher übergangen werden mögen.

Von den wirbellosen Thieren zeigen die Tunikaten eine eit gehende Uebereinstimmung der ersten Furchungs-Erscheinungen mit denen bei den Wirbelthieren. Bei Clavelina heilt die erste Furche das Ei in zwei völlig symmetrische älften, von denen jede das Material für eine der beiden örperhälften liefert. Die zweite Furche steht rechtwinklig ur ersten und zerlegt den Keim in vier Zellen, von denen

die beiden grössern dem vordern Körpertheil, die beid
kleinern dem hintern Körpertheil der Larve entsprech
Schon im Stadium der ersten Furchungsspindel, welche
einen Hälfte der Eiperipherie näher liegt als der ande
lässt sich ganz bestimmt sagen, welche Hemisphäre
Eies der rechten, welche der linken Seite des Thieres e
spricht, welche dem Vordertheil und welche dem Hinterth
Die dritte Furche endlich, rechtwinklig zu den beiden v
hergehenden, scheidet ventral und dorsal bei der La
(van Beneden und Julin). Seeliger bestätigt durchaus di
Beziehung der drei ersten Furchen zu den Hauptrichtung
des Embryo. Wie weit die Uebereinstimmung mit
Furchung beim Frosch hier geht, zeigt ein Vergleich
Fig. 14 Seeliger's mit der Fig. 2 von Roux.

Bei den Cephalopoden wird, wie schon Ussow geze
hatte, die Achse des Blastoderms, welche durch die er
Furche bestimmt wird, zur Längsachse des Körpers. Du
die beiden ersten Furchen werden zwei vordere grosse u
zwei hintere kleine Segmente gebildet (Vialleton). Die er
Bildung von Blastomeren beginnt am hinteren Ende.
Richtung der ersten Furche fällt auch hier mit der all
dings durch die Mikropyle zuvor bestimmten Kopulatio
richtung zusammen.

Von hier ab tritt bei den wirbellosen Thieren ei
merkwürdige Erscheinung auf, indem die Körperachsen nic
mehr mit den ersten Furchen zusammenfallen, sonde
Winkel hiermit bilden. Zugleich hiermit vollzieht sich
den Gastropoden eine Verlagerung der vier ersten Furchun
kugeln. Die beiden ersten Furchen bilden daher nicht me
zwei sich schneidende gerade Linien, sondern laufen in ei
kurze, quer verlaufende gerade Linie zusammen, die an ihr
beiden Enden sich je in zwei Schenkel spaltet, zwisch
denen die beiden kleinern Furchungskugeln liegen, währe
die beiden grössern in der erwähnten queren Linie z
sammenstossen. Eine diese letztere in der Mitte rec
winklig schneidende Ebene, welche jede der beiden a
liegenden grossen Zellen genau halbirt, entspricht der Sagit
ebene des Thieres. Der Blastoporus, welcher in den späte
definitiven Mund übergeht und in die Längsachse des Thie
fällt, wird von den erwähnten vier Zellen so umlagert, da

ne der beiden grössern mehr nach vorn zu liegen kommt. on jeder der vier Zellen schnürt sich dann auf der oberen, otoplasmareichen Seite eine Reihe sich weiter theilender ktodermzellen ab, von der hintern grössern wird ausser- em noch eine grössere Mesodermzelle abgegeben, die sich eilend den beiden Mesodermstreifen den Ursprung giebt. ie grossen Zellen selbst gehn, nachdem sie noch das aterial für das Entoderm geliefert haben, schliesslich in e Bildung der Eingeweide auf.

Auch hier fällt stets die Medianebene des Embryo mit er Symmetrieebene zusammen. Man ist auf die ganz be- immten Beziehungen, welche die vier ersten Furchungs- geln zu der Bildung des spätern Embryo haben, schon hr früh aufmerksam geworden, was wohl in der leichten elegenheit, hier den Entwickelungsgang in continuo ver- lgen zu können, begründet liegt. Rabl kommt zu dem nz richtigen Schluss, dass schon die beiden ersten Zellen gleichwerthig sind, ja hält schon im ungefurchten Ei eine stimmte Anordnung der Dotterelemente für wahrschein- h. Bei Aplysia tritt diese Differenz deutlicher hervor, in- em schon die beiden ersten Zellen ungleiche Grösse be- tzen. Aplysia ist überhaupt für die vorliegenden Fragen n werthvolles Objekt, indem statt der gewöhnlichen un- gelmässigen Furchung eine mit der eben geschilderten llig übereinstimmende vorkommen kann, die Blochmann nz richtig auf Rechnung der Menge des Nahrungsdotters tzt.

In welcher Weise die Furchung des Dotters bei den rschiedenen Mollusken durch Menge und Anordnung des otters bedingt wird, hat Rahl genauer auseinandergesetzt. a die Ausführungen dieses Forschers unter einer kurzen sammenfassung entschieden leiden würden, so muss ich f seine ausführliche Darstellung verweisen, um so mehr s sie ein wichtiges Glied ist in der Kette meines Beweises, ss der Dotter und nicht der Kern es ist, welcher die Rich- ng der Theilung bedingt.

Die Entwickelung der Gastropoden zeigt aber auch noch anderer Beziehung wichtige Eigenthümlichkeiten. Schon f dem Stadium der Zweitheilung finden sich bei Neritina entsprechenden Stellen der beiden Tochterzellen je eine

Anhäufung stark lichtbrechender Körner, die sich chemiss und morphologisch scharf von den andern Dotterkörne unterscheiden. Diese Körnchen gehn durch eine Reihe v Zellgenerationen schliesslich in die sogenannten Velarzell über. Blochmann sagt hierüber: „Aus dem Umstande, da die Körnchen schon auf dem Stadium der Zweitheilung vo handen sind, kann man wohl folgern, dass die beiden A häufungen auch schon in dem eben in die Furchung ei gehenden Ei vorhanden waren und dass sie die Enden ein Durchmessers einnahmen, also eine Achse bestimmten; die Achse müsste der späteren Sagitalachse entsprechen Letzteres begründet er dann ausführlicher und bemerkt einer Anmerkung, er habe in unbefruchteten Eiern manc mal nach der Ausstossung der Richtungskörperchen um d animalen Pol eine Anhäufung solcher hellen Körnchen wah genommen.

Es bietet sich hier ein Beispiel, wo ein chemisch u morphologisch wohl charakterisirter Dotter - Bestandth schliesslich in ganz bestimmte, symmetrisch gelegene u für einen speziellen Zweck, nämlich die Bildung des Velu differenzirte Zellen, übergeht. Auf die Tragweite dieses B fundes werde ich später noch weiter einzugehen haben.

Da die ersten Entwickelungsvorgänge bei den Arthr poden in der Weise, dass sie auf die hier vorliegend Fragen Licht werfen könnten, noch nicht untersucht sin so gehe ich gleich zu den Würmern über und beschrei zunächst die kürzlich von Tessin eingehender untersuch Entwickelung der Rotatorien.

Durch die erste Theilung wird das Ei in eine grösse und eine kleinere Hälfte gespalten, wobei die Theilung ebene nicht senkrecht, sondern schief zur Eiachse steht, dass die grössere Furchungskugel an einer Seite spitz z läuft. Diese Spitze wird durch die zweite Furche, welc gleichfalls schief zur Eiachse, annähernd rechtwinklig z vorhergehenden orientirt ist, abgetrennt. Durch Verlängeru dieser Theilungsebene über das kleinere ursprüngliche Se ment wird sodann auch dieses in zwei Stücke getheilt.

Auf diesem Stadium mit vier Blastomeren, nämlich dr kleinern und einem grössern, werden nun, nachdem si die Zellen stark abgerundet haben, die Hauptrichtungen d

äteren Embryo dadurch markirt, dass sich das grössere heilstück mit einem an einer Seite entstehenden mittleren rtsatz an die drei kleineren herandrängt. Durch diese erschiebung ist die Anlage der Bilateralsymmetrie gegeben, e hier also sehr früh auftritt. Diejenige Ebene, welche e mittlere der drei kleinern Zellen der Länge nach halbirt id den längsten Durchmesser der grossen Zelle enthält, t die Medianebene. Diejenige Seite, auf welche die drei einern Zellen sich verschieben, wird zur spätern Rücken-ite, die grosse Zelle bezeichnet das künftige Vorderende. amit ist nun nicht gesagt, dass die entsprechenden Zellen ich diesen Körpertheilen den Ursprung geben. Man muss elmehr bedenken, dass der Scheitelpol (animale Pol) all-ählich auf die dorsale Seite hinüberwandert, so dass also e Scheitelachse, welche anfangs mit der Längsachse des es zusammenfällt, schliesslich senkrecht zu derselben steht, ithin also eine Kreuzungsachse zur Längsachse des Thieres ird. Es ist also nur scheinbar, dass das Hinterende des mbryo an dem Scheitelpol entsteht, es bezeichnet nur die elle, wo vor der Verschiebung der Scheitelpol lag, eine rscheinung, die sich auch bei verschiedenen Nematoden id Crustaceen (Oniscus, Balanus) findet.

Im Einzelnen ist hierbei noch folgendes zu bemerken. uf dem Stadium von 8 Zellen, hervorgegangen durch heilung der 4 des frühern Stadiums, wobei die drei klei-rn Blastomeren zu einer vordern und einer hintern sich alten, bemerkt man, dass die drei vordern dorsalen Tochter-llen der letztern am vordern Rande eine starke An-ufung von Dotterkörnern zeigen, wodurch dieser Theil der llen ein dunkleres Aussehn erhält und sich dadurch deut-h markirt. Diese starke Dotteranhäufung geht bei den eitern Theilungen immer in die vordersten Zellen über, e schliesslich in das Innere der gastrula hinein rückend m Mesoderm den Ursprung geben. Aus der grossen Zelle s viertheiligen Keimes entstehen vier hinter einander lie-nde Zellen, drei kleinere ventrale hintere Ektodermzellen id eine grössere vordere Entodermzelle. Diese letztere wohl wie ihre Abkömmlinge zeichnen sich gleichfalls urch Dotterreichthum aus. Der Kopftheil wird schliesslich ein von den drei ursprünglichen dorsalen Ektodermzellen

geliefert, während das Ektoderm des ganzen Rumpfes u
Schwanzes von den drei ventralen Ektodermzellen stam
Geht man daher auf das Stadium von 4 Blastomeren, d
kleinern animalen und einer grössern vegetativen zurück,
liefert die letztere Zelle das Entoderm sowie das Ektode
für Rumpf und Schwanz, die drei kleineren dagegen
Ektoderm des Kopftheiles, sowie das Mesoderm.

Damit überein stimmt das Resultat, zu welchem Ber
durch eigne und Untersuchungen andrer Autoren, von den
besonders Whitmann zu nennen ist, für die Entwicklung
Kiefer- und Rüsselegel gelangte: Aus der kleinzelligen A
lage am animalen Pol entstehn die Kopfkeime (bei
Kieferegeln nebst provisorischen Bildungen). Aus der viert
grössern Furchungskugel bilden sich die ganzen Rumpfkein
Jede dieser primären Anlagen (der Kopf- und Rumpfkein
differenzirt sich dann weiterhin in Ektoderm und Mesoder

Ich füge noch hinzu, dass nach den Angaben v
Kowalewski, Fol und Chun sich bei den Ctenophoren a
jeder der ersten vier Furchungskugeln ein Quadrant
ausgebildeten Thieres aufbaut und schliesse damit di
Uebersicht*), die weit davon entfernt, Alles erschöpft
haben, doch ein genügendes Material liefert, um dara
sichere Schlüsse zu ziehn.

Vergleicht man den Akt der Eifurchung bei den v
schiedenen Thieren, so findet sich, dass die ersten Furch
in wechselnder Beziehung zu den Hauptrichtungen des E
bryo stehn. Sie verdanken ganz äussern Ursachen v
Menge und Anordnung des Dotters, wie Rabl bei den Gast
poden gezeigt hat, oder Copulationsrichtung (Frosch) e
ihren Ursprung. Dagegen fällt stets die Medianebene
Thieres mit der Symmetrie-Ebene des Eies zusamm
Ferner entsprechen sich häufig die Richtung animaler
vegetativer Pol des Eies und die Richtung cephalodorsal u
ventrocaudal des Embryo ziemlich genau, wenn man

*) Ich bin fest davon überzeugt, bei dem grossen Umfange
Litteratur manche werthvolle Angabe übersehn zu haben; indem ich
Voraus um Verzeihung bitte, werde ich stets sehr dankbar für Mitt
lungen hierüber sein.

Verlagerung der Substanzen, die ich nicht überall erwähnt habe, berücksichtigt.

Es ergiebt sich hieraus das schon beim Frosch gewonnene Resultat, dass die ersten Kerntheilungen deren äusserer Ausdruck die Furchen sind, für die Achsenbestimmung des Embryo gleichgültig sind, dies ist aber nur dann möglich, wenn die Tochterkerne nicht nur quantitativ, sondern auch qualitativ gleich sind, dann ist es einerlei, wohin sie fallen.

Ich gebe also Hertwig Recht, wenn er sagt: „Es erscheint gleichgültig, ob bei der ersten Theilung der eine Kern sich mit der sogenannten animalen, der andre mit der vegetativen Dottersubstanz umgeben oder ob beide Kerne sich in vegetative und animale Dottersubstanz in dieser oder jener Weise theilen. Jedesmal ensteht ein gleichgestalteter Embryo.“ Wenn er aber weiter fortfährt: „Mit andern Worten der Dotter ist nicht so organisirt, dass aus einer bestimmten Portion desselben ein bestimmtes Organ hervorgehn musste“, so ist dieser Schluss in dieser Form nicht berechtigt und findet auch in der von Pflüger gefundenen Isotropie des Eies, worauf sich Hertwig beruft, keine haltbare Stütze. Im Gegentheil ist Pflüger neben Roux derjenige, welcher die Thatsache festgestellt hat, dass die Medianebene des Embryo mit der Symmetrie-Ebene des Eies zusammenfällt, nachdem Newport vergessen war.

Auf der andern Seite zeigt das Beispiel der Velarzellen bei den Gastropoden, wie bestimmte Bestandtheile des Eiprotoplasmas durch eine Reihe von Zellgenerationen hindurch auf gewisse Zellen übergeführt werden können. Fügt man noch die allbekannte Thatsache hinzu, dass schon eine wesentliche Differenz der Furchungszellen dadurch zu Stande kommt, dass die einen nur Protoplasma, die andern daneben auch Protolecith enthalten, wodurch erstere sich mehr zu Ektodermzellen, letztere mehr zu Entoderm- resp. Mesodermzellen qualifiziren, so ist damit wenigstens eine Andeutung gegeben, wie im werdenden Organismus Differenzirung zu Stande kommen kann. Da man von den Kernen absehn muss, so bleiben nur noch zwei Möglichkeiten, entweder die Differenzirung kommt durch äussere Umstände zu Stande

oder die Zellen erhalten von Hause aus ein solches Proto
plasma, das sich nur zu einer bestimmten histologischen
Differenzirung eignet und dem gegenüber der Kern auch nu
diese eine von seinen vielen Eigenschaften entfalten kann
während die andern latent werden müssen. Da nun di
Möglichkeit eines solchen Geschehens im konkreten Fal
nachgewiesen ist, so sehe ich keinen Grund dagegen, ihn z
verallgemeinern, zumal dies der einzige Ausweg bleibt, den
nur äussere Umstände bei gleichem Kern und gleichem Pro
toplasma sind ohne grosse Bedeutung.

Daneben darf freilich nicht in Abrede gestellt werden
dass die Ernährungsbedingungen, die mannigfachen Bezie
hungen der Zellen zu einander, funktionelle Anpassung etc
einen Einfluss haben. So fand Rauber, dass bei Ueberschuss
von Sauerstoff die Kiemen der Froschlarven eine nur rudi
mentäre Ausbildung erlangen.

Es ist nun zu dem gedachten Zwecke nicht einma
nöthig, dass durchgehends verschiedene Stoffe den einzelne
Zellen zugewiesen werden. Es braucht vielmehr nur ein
beschränkte Anzahl, aber in wechselnden Verhältnissen, i
sie überzugehn, z. B. in die einen mehr Protoplasma, in di
andern mehr Protolecith. Ich glaube dies durch eine
passenden Vergleich illustriren zu können. Ich denke m
die Rolle des Kerns den Diensten analog, welche dem Che
miker die Hitze leistet. Die Hitze ist potentia befähigt die ver
wickeltsten chemischen Verbindungen zu Stande zu bringen
Der Chemiker kann durch die Menge und Art des Brenn
materials sowie durch Regulirung des Luftzugs die Tempe
ratur beliebig variiren, das sind die äussern Bedingungen
sie würden für die Zelle der Menge und Art des Näh
materials, sowie der Geschwindigkeit, mit der die Näh
flüssigkeit die Zelle durchströmt, entsprechen. In den Tieg
oder die Retorte, welche der Zelle analog sein würden, kan
der Chemiker, dem im gegebenen Falle nur eine beschränkt
Anzahl komplizirter Substanzen zu Gebote steht, hiervon i
ganz wechselnden Verhältnissen hineingeben. Hierdurc
einmal und durch Aenderung der Temperatur wird er i
Stande sein, eine ganze Reihe der eigenartigsten Effekte z
erzielen, immer unter Verwendung desselben umgestaltende
Princips, der Hitzewirkung. Ist dieser Vergleich auch nic

n allen Punkten zutreffend, so vermag er doch ein Bild ron der Wirkungsweise des Kerns und den komplizirten Verhältnissen, unter denen im werdenden Organismus Differenzirung zu Stande kommt, zu geben.

Ich komme zu einem andern Punkt. Ich habe bisher bewiesen, dass der Kern bei den ersten Zelltheilungen sicher nicht an der Bestimmung der Hauptrichtungen des künftigen Embryo betheiligt ist, woraus folgte, dass die Tochterkerne keine verschiedenen Qualitäten haben können. Diesem zwingenden indirekten Beweis habe ich noch einen direkten an die Seite zu stellen. Dass der ganze komplizirte Mechanismus der Kerntheilung, so lange man sich an die sichtbaren Erscheinungen hält, keine andre Bedeutung zulässt, wurde zu Eingang schon erwähnt. Was nun bei den groben Elementen nicht hervortritt, das könnte auf molekülarem Gebiete geschehn in der Art, dass in jedem Mikrosoma ungleiche Qualitäten sich bei der Theilung sondern. Diese Annahme wird in der That von Weismann vertreten. Ich werde daher näher darauf eingehn.

Für den Chemiker ist der Beweis einer absoluten Identität zweier Stoffe erbracht, wenn sie in ihren physikalischen und chemischen Eigenschaften völlig übereinstimmen. Soweit ein Prüfung in dieser Beziehung möglich ist, gilt dies nun auch für die beiden Tochterkerne, welche bei der Kerntheilung entstehn. Diesen Beweis bis zur Evidenz zu führen, ist man leider noch nicht im Stande. Indessen bietet die Natur selbst eine Reaktion, wie sie feiner und beweiskräftiger auf anderm Wege kaum wird erzielt werden können. Zeigen zwei Körper unter denselben Umständen eine Reihe höchst komplizirter Veränderungen in genau der gleichen Weise, so müssen sie identisch sein. Dieses Princip der exakten Naturwissenschaften, auf welchem auch alle chemischen Reaktionen beruhen, muss auch für den Biologen seine Geltung bewahren, wenn er sich nicht in metaphysische Spekulationen verlieren will. Nun zeigen aber in allen Geweben mit Ausnahme vielleicht der Keimzellen die Kerne bei ihrer Theilung das gleiche Verhalten. Es ist dies nicht eine blosse Uebereinstimmung der Form, das würde wenig beweisen, sondern ein höchst verwickelter Formenwechsel, welcher in

typischer Weise mit fast mathematischer Genauigkeit wiede
kehrt. Ich stütze mich hierbei z. B. für den Salamand
auch auf eigne Untersuchungen. Derartige typische Verä
derungen setzen gleiche Kräfte und da solche ohne ein b
stimmtes materielles Substrat nicht denkbar sind auch gleich
Stoffe voraus. Für mich ist ein solcher Schluss zwingen

Man wird mir einwenden, dass dann auch die Kerne i
ganzen animalischen Reich mehr oder weniger identisc
sein müssten. Gewiss, das muss man auch annehmen, u
es ist die logische Konsequenz aus dem zweiten Grundgeset
sobald man von der Ontogenese zur Phylogenese übergeh
Es wird damit zugleich eine einheitliche Auffassung dies
beiden Prozesse ermöglicht.

Es soll damit nicht gesagt werden, dass man sich nu
bemühen müsse, für die Kerntheilung im ganzen organische
Reich nur ein einziges Schema zur Geltung zu bringen. E
wirken dabei zu verschiedene Faktoren mit, als dass dies
Versuch Aussicht auf Erfolg haben dürfte. Ausser der chr
matischen Substanz des Kerns spielen auch dessen achr
matische Substanz, das Protoplasma und endlich die äusse
Bedingungen eine Rolle hierbei. Wenn gleich wohl die M
difikationen, welche der Vorgang der Kerntheilung hierb
erleidet, nur geringfügig sind, indem das Princip immer da
selbe ist, so ist dies ein Beweis dafür, mit welcher Constan
das Idioplasma des Kerns seine Eigenschaften bewahrt u
zur Geltung bringt, sowohl im gesammten organischen Rei
als in den Zellen des einzelnen Individuums. Die Ursach
der Abweichungen, welche die Art der Ausführung d
Grundplanes in den einzelnen Fällen zeigt, zu ergründe
muss eine Aufgabe weiterer Forschung bleiben. Durch d
Arbeiten der Gebrüder Hertwig über den Einfluss äusser
Agentien auf die Entwicklung der Echinodermeneier ist d
Lösung dieses Problems bereits von einer Seite her erfol
reich in Angriff genommen worden.

Einen weiteren Beweis für die Gültigkeit des zweite
Grundgesetzes liefern die Erscheinungen der Regeneratio

Nimmt man an, dass durch die Kerntheilung si
während der Entwicklung die ungleichen Qualitäten sonder
so würde sich Folgendes ergeben: Bei der ersten Furchu

ines Tritoneneies z. B. sollten in den Kernen das Material ür die beiden Körperhälften getrennt werden durch die weite Furche das für vorn und hinten, im weitern Verlaufe ler Entwicklung würde dann durch eine bestimmte Kern-heilung die Anlage der Extremitäten z. B. einer hintern ab-getrennt. Diese letztere würde sich wieder in die einzelnen Anlagen für Oberschenkel, Unterschenkel und Fuss spalten, und in jeder dieser einzelnen Abtheilungen an bestimmte Kerne die Funktion der Bildung der entsprechenden Knochen, Muskeln, Nerven etc. übertragen. Jetzt schneide ich beim erwachsenen Thier diese Extremität weg — und sie wächst nicht nur einmal wieder, sondern das Experiment lässt sich noch öfter wiederholen. Wo kommen die neuen Anlagen her? Nachdem sie sich bei der Entwicklung von denen des übrigen Körpers gesondert haben, sind sie mit dem Verlust der Extremität gleichfalls unrettbar verloren. Die frei-gegenden Zellen der Wunde sind für einen ganz bestimmten lokalen Zweck differenzirt. Sie können wohl Knochen, Muskeln, Nerven etc. wieder bilden, aber nur als ungeord-nete Masse. Eine ganze Extremität genau der verloren ge-gangenen entsprechend wieder zu erzeugen, dazu sind sie unter jenen Voraussetzungen unfähig. Sind hingegen die Kerne alle qualitativ gleich, so repräsentirt jeder gewisser-massen das ganze Individuum und es wird ein Ersatz auch in diesem Sinne erfolgen, gemäss den Principien, nach denen auch die erste Entwicklung erfolgte. Weismann, welcher die frühere Annahme vertritt, sagt nun freilich: „Allerdings wäre es a priori auch sehr wohl denkbar, dass allen somatischen Kernen etwas unverändertes Keimplasma beigemischt wäre", will dies aber nur auf ganz bestimmte Fälle beschränkt wissen, wie etwa die Begoniaceen, wo aus einem Blatt sich ein ganzes neues Individuum entwickeln kann. Zwischen diesem letzteren Fall und dem Ersatz einer verlorenen Extremität eines Amphibium besteht aber nur ein gradueller Unterschied, indem sich alle Uebergänge zwischen diesen beiden Prozessen finden. Ich erwähne hier nur die Entstehung ganzer Polypen aus abgeschnittenen Tentakeln (Engelmann), sowie die grosse Regenerationsfähigkeit dieser Thiere aus einzelnen Theilstücken überhaupt (Rösel, Trem-bley, Meyer, Engelmann, Nussbaum). Eine Reihe anderer

Prozesse schliesst sich daran an, wie z. B. die spontan Quertheilung der Planarien (Zacharias), wobei sich d hintere Körperdrittel abschnürt und zum neuen Individuu mit Kopf und allem, was dazu gehört, umbildet, ebenso w sich das Vordertheil entsprechend ergänzt. Diese Thatsache zwingen mindestens dazu die Beimischung von Keimplasm zu den somatischen Kernen als ziemlich allgemeines Vo kommniss anzunehmen. Roux entscheidet sich auch hie für, indem er sagt: „Wohl aber kann es wichtig sein, da von allen oder vielen Substanzqualitäten des Mutterkern eine gewisse vielleicht minimale Menge in den Tochterkerne sich finde, wenn schon einige oder viele der vorhandene Substanzen später zeitweilig eine Vermehrung erfahren u eine besondere Funktion für den Zellleib vollziehe."

Zieht man das Facit aus dem bisher Mitgetheilten, ist der Satz von der qualitativ ungleichen Theilung des Kern (Weismann) eine Annahme, welche der Augenschein nic lehrt, welcher die Thatsachen der ersten Entwicklung dire widersprechen und welche sich endlich nicht einmal stre durchführen lässt, sondern dahin abgeändert werden mus dass gewisse Qualitäten auf verschiedene Kerne verthe werden, während andre in alle übergehn.

Ich bin damit noch lange nicht am Ende. Einen B weis, wie wesentlich für die weitere Entwicklung der Zell die Bedingungen, unter welche sie gerathen sind, liefe einige Beispiele aus dem Pflanzenreich, zunächst die A ventivkeime. Strasburger sagt hierüber: „Ein prägnant Beispiel letzterer Art bietet uns die Bildung der Adventi keime bei verschiedenen Angiospermen. Nucellarzellen, d rein vegetative Natur haben, wachsen bei diesen Pflanzen den Embryosack hinein und kommen so in die Ernährung bedingungen, denen der werdende Keim sonst nur unte worfen ist. Diese Bedingungen genügen, um den zunäch ganz formlosen Auswuchs während seines weitern Wach thums in ein Gebilde umzuprägen, das sich in nichts v einem aus dem befruchteten Ei hervorgegangenen Kei unterscheidet." Sodann möchte ich hier die „Pfropfhybride der Kartoffel erwähnen, die durch Einsetzen keilförmiger ein Auge führender Stücke der einen Knolle in einen e

sprechenden Ausschnitt der andern erhalten wurden. Der Einfluss der Unterlage äussert sich nun bei derartigen Kartoffeln in der Weise, dass die Knollen Mittelbildungen der auf einander gepfropften darstellen. In dieselbe Kategorie gehört die Uebertragung der Panachirung von dem Edelreis auf die Unterlage und auch noch andre ähnliche Fälle, welche einen Beweis für die weitgehenden Beziehungen der Zellen zu einander liefern. Es kommt hierbei namentlich der Umstand noch in Betracht, dass häufig Stoffwechselprodukte der einen Zellen Nahrung für andere werden. Die Granulosazellen der Eier, die Basalzellen der Samenfädenbündel stellen solche Durchgangsstationen für die Nährflüssigkeit dar.

Der Annahme einer Veränderung des Kerns durch die Ernährungsbedingungen (Strasburger) und damit auch durch das Protoplasma, welches häufig die einzige Nahrungsquelle für ihn bietet, widerspricht einmal das Verhalten des Kerns, und ausserdem entsteht dadurch eine unangenehme Verwischung des Machtbereichs der beiden Hauptzellbestandtheile, so dass man nicht mehr weiss, wer Herr und wer Diener ist. Der Kern kann sehr wohl bei der Assimilation selbst elektiv verfahren, während er dem Protoplasma gegenüber, je nachdem die Bedingungen dafür günstig sind, bald diese, bald jene Thätigkeit mehr entfaltet.

Ueber das Verhältniss des Zellkörpers zum Kern macht sich Weismann folgende Vorstellungen: „Wenn nun aber der Kern das Wesen der Zelle bestimmt, so können zwei identische, aus einer Mutterzelle durch Theilung entstandene Tochterkerne keine ungleichen Zellkörper haben, ihre Zellkörper müssen vielmehr gleich sein. — Da nun aber thatsächlich die Zellkörper zweier Tochterzellen häufig sehr verschieden in Grösse, Aussehn und weitern Entwicklungsstufen sind, so geht schon allein daraus hervor, dass die Kerntheilung in solchen Fällen eine ungleiche sein muss. Der Kern muss die Fähigkeit besitzen, sich in Kernsubstanzen von verschiedener Qualität zu spalten — das scheint mir ein unabweislicher Schluss.“ An einer andern Stelle heisst es: „Wenn auch die Zellkörper solcher frühesten Embryonalzellen häufig noch keine uns sichtbare Verschiedenheit aufweisen, so muss doch das Idioplasma ihrer Kerne verschieden

sein, woher käme sonst ihre verschiedene Weiterentwicklung? Ich halte es auch nicht nur für möglich, sondern sogar für wahrscheinlich, dass die Körper solcher früher Embryonalzellen nicht nur gleich scheinen, sondern dass sie es auch wirklich sind, denn wenn auch das Idioplasma des Kerns den Charakter des Zellkörpers bestimmt und wenn jede Differenzirung dieses Letzteren von einer bestimmten Beschaffenheit des Kernplasmas abhängt, so ist damit doch keineswegs gesagt, dass jede Aenderung in der Beschaffenheit des Kernplasmas eine Aenderung des Zellkörpers mit sich bringen müsse."

Also ungleiche Zellkörper müssen auch ungleiche Kerne haben, während gleiche Zellkörper keine gleichen Kerne zu haben brauchen, sondern in einzelnen Fällen sicher ungleiche haben. Das Protoplasma ist in dem einen Fall von dem Kern abhängig, in dem andern hingegen nicht. Dieses Verhalten wird ganz nach Willkür bestimmt, denn einen Grund für diese so differenten Beziehungen beider Theile führt Weismann nicht an. Es hat sich eben die Vorstellung von der absoluten Allmacht des Kerns schon so sehr in der Wissenschaft als unfehlbares Dogma eingebürgert, dass man des Beweises überhoben zu sein glaubt, während doch eine objektive Prüfung der Thatsachen lehrt, wie dürftig es mit dieser Herrlichkeit des Nucleus bestellt ist. Wie weit reicht überhaupt die Machtsphäre des Kerns? Um dies zu eruiren, ist es nöthig, die Thatsachen, auf welche sich das erste Grundgesetz stützt, kurz zusammen zu stellen, da dieses ja über die Bedeutung des Kerns Auskunft giebt.

Zunächst haben die Aufschlüsse, welche man über das Wesen der Befruchtung gewonnen hat, dargethan, dass das Wesentliche derselben in der Vereinigung des weiblichen und männlichen Kerns beruht, wobei das von letzterem etwa noch mit hinzugebrachte Protoplasma allem Anschein nach gar keine Rolle spielt. Da nun das erzeugte Thier auch die Eigenschaften des männlichen Erzeugers erbt, so tritt hier ein den Ausschlag gebender Einfluss des Kerns hervor. Dieser Einfluss ist nun, im Allgemeinen betrachtet, doch nur ein beschränkter, das beweisen die engen Grenzen, innerhalb deren eine Bastardirung möglich ist. Ferner zeigen die Differenzen, wie sie hierbei z. B. zwischen Maulthier und

aulesel bestehen, dass die Kerne durchaus nicht allein aassgebend sind. Immerhin lassen die Vorgänge der Beuchtung und die Thatsachen der Vererbung die Rolle des erns als eine bedeutungsvolle erscheinen, leiden aber dabei dem Uebelstand, keine bestimmten Anhaltspunkte dafür geben, worin nun die Funktionen des Kerns, einzeln beachtet, bestehn.

Hier geben nun eine Reihe andrer Thatsachen erünschte Auskunft. So lehrten die Beobachtungen Nussum's und Gruber's, wie dies schon K. Brandt gefunden tte, dass künstliche Theilstücke von Infusorien, wenn sie rnlos waren, zwar noch einige Zeit lang fortlebten, zu ner Regeneration, Wachsthum und Vermehrung kam es er nur dann, wenn sie einen Kern besassen. Ausserdem t Kölliker eine Reihe wichtiger Thatsachen zusammenstellt, welche für den Einfluss des Kerns auf das Wachsum sprechen, worauf ich hier verweisen muss.

Endlich lehren die Erscheinungen der Zelltheilung, dass Theilung des Kerns stets der des Zellkörpers voraufgeht.

Damit sind schon einige Punkte gewonnen, die einen ckschluss gestatten, wie sich der Kern bei der Entcklung betheiligt. Er beherrscht zunächst das Wachsthum Zellen, ohne seine Mitwirkung findet ein solches nicht tt. Sodann beeinflusst er die histologische Differenzirung, rnlose Infusorienstücke bilden keine neuen Wimpern. Die atsachen der Vererbung gestatten sogar die Annahme, ss er auf den Grad der histologischen Differenzirung einkt, z. B. in Zellen, welche die Fähigkeit haben, Pigment bilden, eine Steigerung oder Herabsetzung dieses Prozesses anlassen kann. Es ist aber durch nichts erwiesen, dass das Wesen einer Zelle selbst zu verändern vermöge, B. eine Ganglienzelle statt einer Drüsenzelle, und zwar demselben Material, zu schaffen im Stande ist, gleiche sere Bedingungen natürlich vorausgesetzt.

Durch den Einfluss des Kerns auf das Wachsthum der len, auf ihre Theilung und den Grad der histologischen ferenzirung ist meines Erachtens ein durchaus genügendes erial gegeben, um alle Erscheinungen der Vererbung eren zu können. Vielleicht bin ich, was den dritten Punkt ngt, sogar mit meinen Zugeständnissen schon zu weit

gegangen. Um meine Bedenken zu begründen, führe i
einen konkreten Fall an: Auf der Leipziger chirurgisch
Klinik beobachtete man, dass Hautstücke, von einem Neg
auf einen Weissen transplantirt, allmählich ihr Pigment völ
verloren, während umgekehrt solche, von einem Weissen a
einen Neger überpflanzt, sich tiefschwarz pigmentirten (Kar
Nach Kölliker muss man nun annehmen, dass im zweit
Fall das Pigment durch Wanderzellen von aussen in
Epithelien hineingetragen wurde. Damit ist aber noch nic
erklärt, warum es im ersten Fall verschwindet; Pigme
mäler halten sich doch. Dieses Beispiel zeigt einmal, v
Bestandtheile von aussen ohne Mitwirkung des Kerns in
Zelle gelangen und wie weit die Zellen sich anderseits gegs
seitig beeinflussen. Wo haben nun die Wanderzellen
Pigment her? Haben sie es selbst gebildet oder stammt
von zerfallenen rothen Blutkörperchen, welche sie gefress
haben?

Das Zusammenwirken vieler Faktoren im Organism
macht es hier wie auch sonst schwer, den Werth jedes e
zelnen richtig zu taxiren. Man muss sich daher hüten, d
Werth eines Zellbestandtheiles in einseitiger Weise zu üb
schätzen.

Wovon hängt nun die Grösse der Tochterzellen bei
Zelltheilung ab? Wirkt auf einen Körper von ungleic
Festigkeit eine theilende Kraft ein, so wird sie ihn in
Richtung des geringsten Widerstands durchtrennen.
Theilstücke können dabei von ganz ungleicher Grösse u
Beschaffenheit sein. Die Stellung der Spindel wird in
Zelle von rein äussern Momenten abhängen. Wo keine n
einer bestimmten Richtung verlaufenden Plasmaströmung
einen überwiegenden Einfluss auf ihre Lage haben, da w
sie sich in der Richtung des geringsten Widerstandes streck
Das hat schon Hertwig an einer ganzen Reihe von E
spielen erläutert, und auch Rabl hat, ohne freilich auf
Kerntheilung zurückzugehn, die Furchung der Gastropod
eier in ihren verschiedenen Formen schon viel früher
die Mengenverhältnisse und die Anordnung von Dotter u
Protoplasma zurückgeführt. Aus meiner Betrachtung ü
die Mechanik der Zelltheilung ergiebt sich direkt der Gr
für diese Erscheinung. Da die von den Polen ausgehen

Strömungen an den Dotterkörnern einen ähnlichen Widerstand finden müssen wie unter andern Umständen an der Zellmembran, so wird sich die Spindel mit ihrer Achse in die Richtung des längsten Durchmessers der Protoplasmaanhäufung im Ei einstellen. Damit ist aber die Richtung der Theilung bestimmt, und wenn nun in die Tochterzellen ein quantitativ und qualitativ ganz verschiedenes Material übergeht, so hat das mit der Beschaffenheit der Tochterkerne gar nichts zu thun. Für die von mir angenommene Strömung, welche in der Spindel verläuft und von den Polen aus nach allen Richtungen sich in das Protoplasma ergiesst, habe ich hier noch eine Beobachtung anzuführen, auf welche ich leider erst zu spät aufmerksam geworden bin. Van Beneden fand, dass die von den Polen ausgehenden Protoplasmastrahlen da, wo sie die Zelloberfläche berührten, deutliche Niveaudifferenzen hervorbrachten. Es zeigte sich zunächst eine kuppelförmige stärkere Vorwölbung (zone polaire), deren Mittelpunkt in die verlängerte Spindelachse fällt, sodann durch eine ringförmige seichte Furche hiervon geschieden eine zweite ringförmige Erhebung (ameau circumpolaire). Van Beneden und Julin halten sich nur an die Furche und wollen sie auf Kontraktionen der Protoplasmastrahlen zurückführen. Mir scheint diese Deutung indessen nicht ganz zutreffend, da doch das ganze System über die Zelloberfläche vorragt. Ich glaube vielmehr, dass die direkte Verlängerungen der Spindelfasern bildenden Protoplasmastrahlungen auch die Bahnen einer stärkern Strömung umschliessen, wodurch die mittlere stärkere Kuppel gebildet wird, während sekundäre Strömungen dem Ring den Ursprung geben.

Wie sehr die Kerntheilung selbst durch äussere Umstände beeinflusst wird, das zeigt ein anderes Beispiel. Bei Aulostomum wird die erste Richtungsspindel bereits im Ovarium gebildet. Ihre Entwicklung schreitet hier, wie ich an Schnitten gut verfolgen konnte, bis zur Bildung der Aequatorialplatte fort. Dann stellt sich die Spindel radiär, so dass der eine Pol in die Eiperipherie fällt und verharrt in diesem Zustande, bis die Eier abgelegt werden. Verhindert man die Thiere hieran, so gehn die Eier allmählich zu Grunde, nie aber schreitet die Kerntheilung weiter fort.

Ein weiteres Beispiel bietet der erste Richtungsamphiaster der Eier von Ascaris megalocephala. Ich habe den Prozess hier nach einer von den frühern abweichenden Methode untersucht. Setzt man die in einem Reagenzröhrchen eingeschlossenen Eileiter kurze Zeit (20 — 40 Sekunden) der Einwirkung einer höhern Temperatur durch Schütteln in möglichst gleichmässiger Weise aus, so erfolgt eine fast momentane Abtödtung der Eier, ohne dass die feinere Struktur, vorausgesetzt, dass die Hitzewirkung (heisses Wasser) keinen extremen Grad erreicht hat, irgendwie verändert würde. Dieses Verfahren ist allen andern vorzuziehen. Man erkennt jetzt ohne Mühe, wie die bisher als kugelig beschriebenen Elemente der Aequatorialplatte sich als kurz, dicke Stäbchen ergeben, die von Anfang an eine deutliche Längsspaltung in zwei hantelförmige Tochterelemente erkennen lassen. Wichtig ist nun der Umstand, dass die Lage der Richtungsspindel ganz von der Menge und Form des umgebenden Protoplasmas abhängig ist. Wo dieses, wie es meist der Fall ist am animalen Pol, nur in geringer Menge scheibenförmig angeordnet ist, da bleibt die Spindel mehr oder weniger tangential liegen und macht auch in dieser Stellung die weitern Theilungsphasen durch. Es wird schliesslich aber auch hier der eine Tochterkern über die Eiperipherie hinausgedrängt, oft unter ganz eigenthümlichen Verschiebungen der Spindel und ihrer Elemente, ein Umstand, welcher wohl van Beneden und Zacharias zu ihrer eigenthümlichen Auffassung dieses Prozesses Veranlassung gegeben haben mag. In nicht grade seltnen Fällen hingegen, wo die Protoplasma-Ansammlung mehr einen länglichen, mit der Basis der Eiperipherie aufsitzenden Kegel bildet, stellt sich auch hier die Spindel radiär, und die Theilung erfolgt in der bei andern Thieren die Regel bildenden Weise. Diese Fälle hat auch Nussbaum beobachtet. Zwischen diesen beiden extremen Fällen kommen eine grosse Zahl von Uebergängen vor, die wohl geeignet sind, zumal bei ungenügender Conservirung, die Deutung zu erschweren. Weitere Mittheilungen muss ich mir für eine ausführliche Abhandlung über die Reifungserscheinungen des Eies vorbehalten.

Da also die Art der Zelltheilung von ganz äussern Momenten abhängt, so können sehr wohl quantitativ und

ualitativ verschiedene Zellkörper völlig gleiche Kerne beher-
ergen, womit die Einwendungen Weismanns gegen das zweite
rundgesetz als widerlegt betrachtet werden können. Unter
iesen Umständen bleibt nun die Vererbungstheorie Nägeli's,
elche in ihren Hauptpunkten auch von Kölliker vertreten
ird, entsprechend modifizirt die einzig mögliche. Dem
urch den Kern repräsentirten „Idioplasma" steht nun nicht
ur das „Ernährungsplasma" Nägeli's gegenüber. Diese Be-
timmung des Protoplasmas würde eine viel zu beschränkte
ein. Dieses ist vor allen Dingen auch Bildungsplasma. Es
rnährt den Kern nicht nur, sondern liefert ihm auch das
[aterial für seine formative Thätigkeit. Je nach der Be-
chaffenheit desselben und der Mitwirkung der äussern Um-
tände wird der Kern bald nur diese, bald jene von seinen
ielen Qualitäten entfalten können, während die übrigen
tent werden müssen.

Jede Zelle des Organismus besitzt vermöge ihres Kerns
otentia die Fähigkeit, das Ganze wieder zu erzeugen. Bei
en Metazoen ist aber nur die Eizelle in den Stand gesetzt,
iese Fähigkeit auch wirklich zu entfalten. In dem Ei halten
ch die verschiedenen, auf histologische Differenzirung ge-
chteten Bestrebungen des Kerns das Gleichgewicht. Es wird
aher in ihm wohl Material, welches zur Bildung von
erven, Muskeln, Drüsen etc. dienen kann, assimilirt und
ufgespeichert entsprechend dem Verhältniss, in welchem
n Kern die verschiedenen Kräfte thätig sind, die Form je-
och, in welcher dies geschieht, ist die Resultante der ver-
hiedenen Bildungstriebe, als welche sie uns in der Gestalt
es Eiprotoplasmas und Deutoplasmas entgegentritt. Bei
er Furchung werden die einzelnen Bestandtheile auf ent-
rechende Zellen vertheilt, worauf dann unter Mitwirkung
er äussern Bedingungen ihre weitere Umbildung erfolgt.
n diesem Zwecke muss das Ei nicht nur von Hause aus
as entsprechende Material mitbekommen, sondern auch in
en Stand gesetzt werden, es in entsprechender Weise zu
rmehren.

Dass für die Ernährung der Keimzellen ganz besondere
edingungen im Organismus geschaffen sind, beweisen viele
atsachen. Es gehören hierher zunächst die Erscheinungen
er Geschlechtsreife mit ihrem eklatanten Wegfall bei

kastrirten Individuen, ein Zeichen für eine hochgradige, zu Zeit noch unerklärliche Abhängigkeit des Körpers und de Keimdrüsen von einander. Ferner wird beim hungernde Lachs nach Miescher Muskelsubstanz aufgelöst und zu Bildung der Geschlechtsprodukte verwendet. Beim Frosc und vielen andern Thieren findet gleichfalls während de Winterschlafs die Ernährung der Sexualzellen auf Koste des übrigen Organismus statt.

Ausserdem sind die Störungen, welche die Geschlechts funktionen oft durch geringfügige Störungen erleiden, be zeichnend. Bei Rana esculenta treten die Eier in der Ge fangenschaft nicht in den Uterus über, selbst wenn sich di Pärchen umklammert halten. Bei Helix pomatia konnt ich selbst in der Gefangenschaft trotz anscheinen günstiger Bedingungen keine Ablegung der Eier erziele Indessen sind nicht alle Thiere hierfür gleich empfindlich es scheint eben eine mehr oder weniger ausgebildete Regu lation hier zu herrschen. Weitere Angaben hierüber mach Düsing, worauf ich hier verweisen muss.

Aus dem Organismus bezieht also das Ei seine ver schiedenen Materialien, um sie in seinem Protoplasma auf zuspeichern und später bei der Bildung des Embryo zu ver wenden, und es ist trotz weitgehender Regulirung nich völlig unabhängig davon. Freilich tritt eher ein Zerfall de Keimzellen auf, als dass sie eine einseitige Ausbildung er langten. Geringe Differenzen freilich können sich wol geltend machen, es wäre sonst auch die Möglichkeit aus geschlossen, eine höhere Entwicklungsstufe allmählich z erreichen.

Wie kommt überhaupt eine individuelle spezifisch Wirkung des im Kern enthaltenen Idioplasmas, wie si sich bei der Vererbung zeigt, zu Stande? Bei den niederste Metazoen ist dem Idioplasma die geringste Gelegenheit ge geben, seine Eigenschaften zu entfalten. Je besser sich abe die Bedingungen hierfür gestalten, um so mehr treten si hervor. Dabei ist zu beachten, dass eine bisher nur weni oder gar nicht geübte Eigenschaft desselben selbst unte den günstigsten Bedingungen nur ganz allmählich ins Lebe gerufen oder gesteigert werden kann. Es gehören hierz lange Reihen von Generationen. Wenn dabei auch kein

ateriellen Veränderungen im Idioplasma vor sich gehn, so
id geringe molekulare Verschiebungen nicht auszuschliessen.
h möchte die Differenz als eine ähnliche auffassen, wie sie
vischen Sauerstoff und Ozon besteht. Die Eigenschaften
id dieselben, nur im aktiven Zustand viel stärker hervor-
étend. Man mag das Ganze eine Hypothese nennen, darf
er nicht vergessen, dass ich nur von den Eigenthümlich-
iten der Individuen auf die der Kerne geschlossen habe,
is in den Vorgängen der Befruchtung und den Thatsachen
r Vererbung doch wohl eine Berechtigung findet. In
eicher Weise zwingt die Constanz, mit welcher sich die
tcharaktere durch Jahrtausende erhalten, zu der Annahme,
ss auch Eigenschaften des Idioplasma, die sehr lange Zeit
ndurch sich nicht bethätigen können, nur ganz allmählich
ehr in einen inaktiven Zustand übergehn. Die molekulare
ruktur der organisirten Materie speziell ihres dominiren-
n Bestandtheiles des im Kern enthaltenen Idioplasmas ist
en eine so festgefügte, dass auch geringe molekulare Ver-
hiebungen nur äussert schwer und langsam vor sich gehen
nnen. Im Verlaufe des Lebens des Individuums ist der
folg verschwindend gering.

Ich glaube, mit dieser Auffassung die Schwierigkeiten
rmieden zu haben, welche die Annahme einer materiellen
eränderung des Idioplasmas im Laufe der Ontogenese
trassburger) oder im Laufe der Phylogenese (Nägeli) mit
ch bringt. Die Veränderungen hingegen, welche Weis-
ann während der Ontogenese in den Kernen vor sich
hen lässt, habe ich auf Grund der entwicklungsgeschicht-
hen Thatsachen geglaubt, in das Protoplasma verlegen
müssen.

Sollten meine Auseinandersetzungen zur Klärung der
chlage einiges beitragen, so wäre ihr Zweck erreicht.
elleicht dienen sie auch dazu, dem experimentellen Studium
r Entwicklung eine weitere Verbreitung zu schaffen, das
n Gerlach konstruirte vortreffliche Embryoskop bietet ein
ues werth volles Hülfsmittel hierzu.

Thesen.

1) Zwischen dem Hyaloplasma im Kern und im Leibe d
Zelle besteht kein wesentlicher Unterschied.

2) Die Bezeichnung gewisser Kernsubstanzen als chrom
tische respective achromatische ist zu verwerfen.

Opponenten:

Prof. Dr. **Gustav Born,** Prosector am Königl. anatomischen Institute
Dr. **Emil Zeising,** Assistenzarzt an der Königl. dermatologischen Klini